

Titulació	Tipus	Curs
2500097 Física	OB	3

Professor/a de contacte

Nom: Ramon Muñoz Tapia

Correu electrònic: ramon.munoz@uab.cat

Equip docent

Simone Baroni

Idiomes dels grups

Podeu consultar aquesta informació al [final](#) del document.

Prerequisits

És recomanable que l'alumnat s'iniciï en la Física Quàntica complint raonablement amb uns quants requisits previs. Cal tenir en compte que la física quàntica és una de les parts més difícils de la física, sigui pel seu contingut antiintuitiu i molt ampli (afecta moltes parts de la física), sigui per l'ús imprescindible que ha de fer de matemàtiques sofisticades i variades. Recomanem doncs els següents coneixements:

Física: coneixements de mecànica clàssica incloent-hi, a un nivell elemental, el formulisme de Hamilton; coneixements d'electromagnetisme, d'ones i d'òptica de primer curs, però sòlids.

Matemàtiques: coneixements d'àlgebra, incloent-hi espais vectorials (amb mètrica), operadors lineals i eqs. de valors i vectors propis; coneixements elementals de nombres complexos, i sòlids de integració en diverses variables i eqs. diferencials.

Generals: cal una mentalitat oberta i capacitat (entrenament) per portar al dia una assignatura plena de novetats tant a nivell formal com de fons.

Objectius

Es tracta d'introduir l'alumnat en el món de la Mecànica Quàntica que és part essencial de la física moderna. Exposar-li i ajudar-lo a assolir els conceptes fonamentals i el formalisme bàsic d'aquesta disciplina. Il·lustrar-ne la seva utilitat, importància i sentit amb aplicacions. Preparar l'alumnat per a que pugui aprofundir i ampliar coneixements a Física Quàntica II i en les assignatures optatives de Mecànica Quàntica, Mecànica Quàntica Avançada, Informació Quàntica, Òptica Quàntica i altres.

La llista (no exhaustiva) d'objectius bàsics més concrets és:

- (i) Conèixer els experiments que van donar lloc a mecànica quàntica
- (ii) Identificar la formulació i postulats quàntics en sistemes de dimensió finita i infinita.
- (iii) Fer evolucions temporals en espais de dimensió finita (essencialment dimensió 2)
- (iv) Conèixer la formulació ondulatoria en espai de coordenades i moments
- (v) Resoldre l'espectre d'energia i estats de potencials senzills en 1D (pous i oscil·lador harmònic) en mecànica ondulatoria
- (vi) Descripció d'estats de col·lisió (scattering) en barreres de potencials senzilles i saber identificar les diferències amb els estats lligats
- (vii) Saber fer l'evolució temporal d'un paquet d'ones lliure.
- (viii) Resoldre problemes senzills en 3D (pou infinit i oscil·lador harmònic isotròpic i no isotròpic). Analitzar degeneracions.
- (ix) Resoldre problemes amb simetria radial, expressions del Laplacà i moment angular orbital.
- (x) Resoldre l'espectre de l'àtom d'hidrogen

Competències

- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Desenvolupar estratègies d'anàlisi, síntesi i comunicació que permetin transmetre els conceptes de la física en entorns educatius i divulgatius
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

Resultats d'aprenentatge

1. Calcular l'estructura electrònica de l'àtom d'hidrogen utilitzant el formalisme i els mètodes introduïts de manera general.
2. Descriure alguns sistemes quàntics paradigmàtics com l'experiència de Stern-Gerlach, la doble esclatxa o les barreres de potencial (efecte túnel).
3. Descriure l'estructura i els nivells atòmics no pertorbats.
4. Descriure les lleis que regeixen el món quàntic: identificar els postulats de la mecànica quàntica i desenvolupar una intuïció de les seves propietats característiques.
5. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
6. Transmetre, de forma oral i escrita, conceptes físics de certa complexitat fent-los comprensibles en entorns no especialitzats.
7. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
8. Utilitzar els espais de Hilbert i els operadors hermitians i unitaris.
9. Utilitzar les equacions diferencials i les famílies ortogonals de funcions.

10. Utilitzar mètodes aproximats en models senzills que descriguin els trets i el comportament generals de sistemes físics de gran complexitat.

Continguts

Bases físiques de la M.Q. Fets experimentals i conseqüències bàsiques. Indeterminacions i principi de Heisenberg.

Formalisme bàsic de la M.Q. Estats i observables. Espais vectorial. Operadors. Notació de Dirac.

Postulats de la MQ. Mecànica matricial (Heisenberg) i mecànica ondulatoria (Schrödinger).

Aplicacions unidimensionals de mecànica ondulatoria: pous senzills, efecte túnel, oscil.lador harmònic, molècules diatòmiques.

Aplicacions tridimensionals de mecànica ondulatoria: Moment angular orbital i harmònics esfèrics, àtom d'hidrogen. Potencials centrals.

Activitats formatives i Metodologia

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de Problemes (ressolució i seminaris)	22	0,88	6, 8, 10, 5, 9
Classes de teoria	28	1,12	1, 2, 4, 3, 8, 10, 5, 9
Tipus: Autònomes			
Estudi de Teoria	40	1,6	1, 2, 4, 3, 8, 5, 9
Solució de problemes plantejats	51	2,04	2, 4, 3, 8, 10, 5, 9

Classes teòriques: A les classes de teoria introduïm els conceptes i mètodes claus que defineixen els continguts de l'assignatura. Abans de cada classe presencial l'alumnat haurà de familiaritzar-se amb la matèria que es farà disponible en forma de notes, vídeos o bibliografia.

Classes de problemes: Els problemes il·lustren l'aplicació dels conceptes apresos a problemes concrets de rellevància pedagògica o pràctica. També han de servir a l'estudiant per refermar les seves habilitats matemàtiques.

Una part dels problemes són fets a classe pel professor de problemes, de manera que els estudiants -que hauràn fet prèviament els problemes a casa- puguin saber el grau d'incert de les seves solucions i incorporar-hi les correccions pertinents; uns altres problemes han de ser resolts i lliurats per l'estudiant directament al professor. Aquests últims es faran en forma de lliurements per fer a casa o en sessions de problemes a classe en grups reduïts.

Hi ha programades unes quatre sessions de 2h cadascuna on es fan problemes en grups de 3-4 alumnes assignats de forma aleatòria. Aquests problemes tracten alguns aspectes de forma més exhaustiva i permeten il·lustrar l'aplicació de conceptes en més profunditat així com aprendre algunes tècniques noves.

Tutories: A les tutories individuals (eventualment es podrà organitzar alguna en grup) es resoldran dubtes

Activitats no presencials (Autònomes)

Estudi i preparació de les classes de Teoria.

Estudi i resolució dels Problemes plantejats prèviament.

Correcció per parells de les sessions especials de problemes

Detalls addicionals:

Es considerarà habilitar un canal de Slack per a facilitar la comunicació amb el professorat i entre l'alumnat

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Avaluació

Activitats d'avaluació continuada

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Avaluació de recuperació	100%	3	0,12	1, 2, 4, 3, 8, 10, 5, 9
LLiurements i Sessions de problemes	10-15%	0	0	1, 2, 4, 3, 6, 8, 10, 5, 9, 7
Primera avaluació	42.5-45% recuperable	3	0,12	2, 4, 6, 8, 5, 9
Segona avaluació	42.5-45% recuperable	3	0,12	1, 4, 3, 6, 8, 10, 5, 9

Les avaluacions seran escrites. La meitat de cada avaluació serà de Teoria i l'altra meitat de Problemes. No es podran utilitzar textos de suport, llevat d'un formulari que o bé s'adjuntarà al examen o bé es permetrà que el prepari l'alumne. La primera avaluació (amb Teoria i Problemes) es farà després d'unes 7 setmanes i inclourà la meitat del temari aproximadament. La segona es farà unes 7 setmanes més tard i inclourà l'altra meitat.

Tant el primer com el segon parcial seran recuperables (i amb notes millorables) al final del semestre amb una avaluació Final o de repesca. Altrament dit, s'avaluarà amb dos "parcials" i, per a qui ho vulgui o ho necessiti, una "repesca" amb la o les recuperacions pertinents. Només podrà fer la mitjana entre els dos parcials (o la seva respectiva recuperació) si la qualificació de les dues es d'almenys un 3. Com a norma general, cal haver-se presentat als dos parcials per poder presentar-se a la repesca. No obstant, es podran considerar circumstàncies especials. Els lliuraments i sessions de problemes contribuiran fins a un punt (o segons la càrrega de treball, un punt i mig) a la nota dels exàmens parcials (no al de repesca). L'alumne es considerarà presentat a avaluació si es presenta i entrega qualsevol dels parcials o l'examen final.

Respecte a l'alumnat aprovat per parcials que es presenti a pujar nota (dels parcials o globalment), si la nota és superior a l'anterior es computarà aquesta última, i si és inferior, es farà un mitjà al 75% nota parcial i 25% nota de la recuperació.

Avaluació única

L'alumnat que s'hagi acollit a la modalitat d'avaluació única haurà de realitzar una prova final que consistirà en un examen de teoria on haurà de respondre a una sèrie de qüestions de caire teòric. Seguidament haurà de fer una prova de problemes on haurà de resoldre una sèrie d'exercicis semblants als que s'han treballat a les sessions de Pràctiques d'Aula. Quan hagi finalitzat, haurà de respondre a algunes qüestions sobre conceptes desenvolupats a les sessions de seminaris . Aquestes proves es duran a terme al mateix dia, hora i lloc que les proves del segon parcial de la modalitat d'avaluació continuada.

La qualificació de l'estudiant serà la mitjana ponderada de les tres activitats anteriors, on l'examen de teoria suposarà el 40% de la nota, l'examen de problemes el 40% i les qüestions orals el 20%.

Si la nota final no arriba a 5, l'estudiant té una altra oportunitat de superar l'assignatura mitjançant l'examen de recuperació que se celebrarà en la data que en general coincidirà amb la data de la repesca, o en una data que fixi la coordinació d'estudis de grau. En aquesta prova es podrà recuperar el 70% de la nota corresponent a la teoria i els problemes. La part oral no és recuperable."

Bibliografia

Bàsica

F. Mandl, "Quantum Mechanics", John Wiley 1992. Llibre de referència que tradicionalment s'ha fet servir a Física Quàntica la UAB i del que disposeu moltes còpies a la Biblioteca de Ciències. S'hi troben molts continguts del curs, tot i així trobareu una exposició més moderna al Griffiths i Ballentine.

D. J. Griffiths, "Introduction to Quantum Mechanics", Pearson Prentice Hall; 2nd Ed. 2004.

Avançada

L. Ballentine, "Quantum Mechanics: A Modern Development", World Scientific Publishing Company, 1998.

J. J. Sakurai, "Modern Quantum Mechanics", Addison Wesley, 1993.

C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloe, Quantum Mechanics vol.1-2, Wiley-Interscience, 2006.

A. Galindo y P. Pascual, " Mecánica Cuántica", Vol. I,II y III, Eudema Universidad, Madrid 1989.

Altres

Eisberg, Resnick. Física Cuántica. Átomos, Moléculas, Sólidos, Núcleos y Partículas. 2002.

Alonso, Marcelo, and Edward J. Finn. "Física" Vol III: Fundamentos cuánticos y estadísticos". Ed. Rev. Addison Wesley Longman, 2000.

Programari

No hi ha programes específics que siguin necessaris pel curs, però accés al programes Maple o Mathematica pot ser convenient per comprovar i estendre alguns resultats. El processador de textos LaTeX és molt útil per a la presentació dels lliuraments.

Llista d'idiomes

Nom	Grup	Idioma	Semestre	Torn
(PAUL) Pràctiques d'aula	1	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(PAUL) Pràctiques d'aula	2	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	1	Català	primer quadrimestre	matí-mixt
(TE) Teoria	2	Català	primer quadrimestre	matí-mixt